

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-097071

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

H01G 4/12
H01G 4/30

(21)Application number : 06-235452

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 29.09.1994

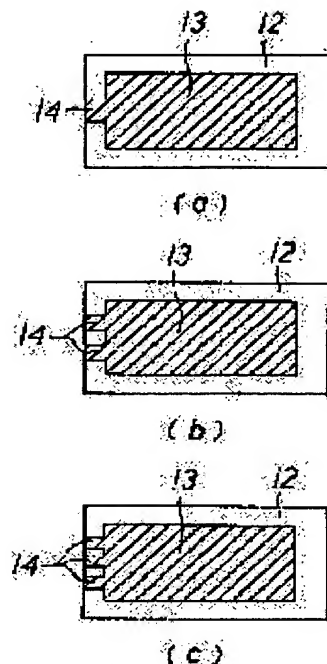
(72)Inventor : YOKOE YOSHIO
ATSUJI TAKASHI

(54) MULTILAYER CERAMIC CAPACITOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a hole from being generated in an inner electrode due to breakage of an electrode film on the end face of a capacitor body by connecting the inner electrode with a terminal electrode through a connection line having specific width.

CONSTITUTION: Conductive patterns for inner electrode 13 and connection line 14 are screen printed using a conductive line paste of Ag-Pd. The width of the connection line 14 is set in the range of 0.19-0.45mm. They are laminated and hot pressed and then individual elements are cut off and fired to obtain the capacitor bodies. Each capacitor body is beveled and an Ag paste is applied to the end face, from which the inner electrode 13 or the connection line 14 is led out, and then the Ag paste is fired to form a terminal electrode. This structure eliminates breakage or hole in the electrode film on the end face thus realizing a multilayer ceramic capacitor having enhanced heat shock resistance.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-97071

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int. Cl. ⁶

H01G 4/12
4/30

識別記号

352

庁内整理番号

301 C 7924-5 E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1

O L

(全6頁)

(21) 出願番号 特願平6-235452

(22) 出願日 平成6年(1994)9月29日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地
の22

(72) 発明者 横江 宣雄

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式
会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 厚地 孝

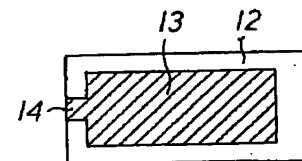
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式
会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 積層型磁器コンデンサ

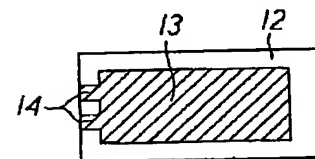
(57) 【要約】

【構成】 誘電体磁器層12と内部電極13とを交互に積層して焼結されたコンデンサ本体と、そのコンデンサ本体の対向する主面上に形成され、内部電極13に接続される一対の端子電極とからなる積層型磁器コンデンサにおいて、内部電極13が、幅が0.19~0.45mmの接続線14でもって端子電極に接続されている。

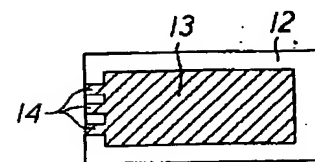
【効果】 コンデンサ本体の端面において、接続線の電極膜に途切れや孔が生じることがなくなるので、耐熱衝撃性が向上した大容量の積層型磁器コンデンサが得られる。



(a)



(b)



(c)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体磁器層と内部電極とを交互に積層して焼結されたコンデンサ本体と、該コンデンサ本体の対向する主面上に形成され、前記内部電極に接続される一対の端子電極とからなる積層型磁器コンデンサにおいて、前記内部電極が幅0.19～0.45mmの接続線で上記端子電極に接続されていることを特徴とする積層型磁器コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は積層型磁器コンデンサに関し、特に耐熱衝撃性に優れた積層型磁器コンデンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 積層型磁器（セラミック）コンデンサは、通常、誘電体磁器層と内部電極とが交互に積層され、その積層体の内部電極が引き出された対向する主面すなわち端面に一対の端子電極が形成された構造を有している。

【0003】 そのような従来の積層型磁器コンデンサにおける誘電体磁器層と内部電極との積層構造を図2に示す。図2（a）および（b）は内部電極の平面図であり、（c）は誘電体磁器層と内部電極との積層体の断面図であり、（d）はその積層体の端面を示す側面図である。

【0004】 図2（a）および（b）に示すように、焼成後に誘電体磁器層となる誘電体セラミックグリーンシート1の上には、同じく焼成後にそれぞれ一方の端部に引き出される内部電極となる導電膜パターン2aおよび他方の端部に引き出される内部電極となる導電膜パターン2bが印刷されている。そしてこれらを交互に積層し、熱プレスで圧着した後、焼結することにより、同図（c）に断面図で示すように、誘電体磁器層3を介して内部電極4a、4bが交互に積層されたコンデンサ本体5が形成される。このコンデンサ本体5の両端面には、同図（d）に示すように内部電極4aもしくは4bの端部が引き出されており、この上に端子電極（図示せず）を形成することによって、積層型磁器コンデンサが製造される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このようにして製造される積層型磁器コンデンサでは、そのコンデンサ本体5の端面に引き出された内部電極4aおよび4bの電極膜が、一様な連続した膜にならず、ところどころが途切れた膜になることが多い。

【0006】 図3はそのような内部電極4aまたは4bの端面の様子を示すコンデンサ本体5の側面図である。同図によれば、コンデンサ本体5の対向する主面である端面において、内部電極4aまたは4bは誘電体磁器層3を介して平行に形成されているが、それらの電極膜6

の間には、ところどころに途切れた部分としての孔7が存在しているのが一般的である。

【0007】 コンデンサ本体5の端面で内部電極4a、4bがこのような構造になっていると、特に大型で積層数が多いすなわち大容量の積層型磁器コンデンサでは、端面での孔7の総面積が大きくなってしまう。すると、この上にAg焼成膜などにより端子電極を形成してさらにメッキ処理を施す場合、そのメッキ工程においてメッキ浴の液体がAg焼成膜を通過して、端面の孔7からコンデンサ本体5の内部に浸入してしまい、その結果、コンデンサの耐熱衝撃性を低下させてしまうという問題点があった。

【0008】 上記のような孔7が発生する原因について本発明者らが鋭意研究した結果、それらは内部電極となる導電膜パターン2aおよび2bの断面形状に起因することが判明した。このことを図4に基づいて説明する。

【0009】 図4（a）および（b）は、セラミックグリーンシート上にスクリーン印刷によって形成した導電膜パターン2aの、図2（a）にA-A切断線で示した断面図を示す。なお、以下の説明は、導電膜パターン2bについても同様である。

【0010】 スクリーン印刷による導電膜パターン2aの断面形状は、印刷の特性から、そのパターンの幅Wに応じて2種類に大別できる。図4（a）は、導電膜パターン2aの幅Wが大きい場合であり、この場合は導電膜パターン2aの中央部の厚みH₁が両端部の厚みH₂よりも薄くなる。また、図4（b）は、導電膜パターン2aの幅Wが小さい場合であり、この場合は導電膜パターン2aの中央部の厚みH₃が最も厚くなる。本発明者らの研究結果によれば、積層型磁器コンデンサの内部電極においては、図4（a）は0.45mm<Wの場合に相当し、図4（b）は0.19mm≤W≤0.45mmの場合に相当することが判明した。

【0011】 図4（a）に示した形状の導電膜パターン2aを用いてコンデンサ本体5を形成すると、焼成時の収縮によって、厚みが薄い内部電極4aの中央部において電極膜6の材料が不足して途切れた状態となるために、孔7を生じてしまうことになる。一方、図4（b）に示した形状であれば、焼成時にも内部電極4aの中央部は途切れることはなく、孔7を生じることはなくなつて、連続した電極膜6を形成することができる。

【0012】 しかし、内部電極4a、4bの幅を0.19mm≤W≤0.45mmとすると、コンデンサの大容量化に対応できないという問題点があった。

【0013】 これに対して、特開平5-326317号には、図5に分解斜視図で示すような構成のセラミックコンデンサ（積層型磁器コンデンサ）8が開示されている。このセラミックコンデンサ8においては、誘電体磁器層9に第1の内部電極10aと第2の内部電極10bとが交互に形成されていて、各内部電極10a、10bには、その有効電

極部分より幅が狭い引出部11a、11b（同公報中の実施例では有効電極部分の幅 1.0mmに対して幅 0.5mm）が対向する端面に向かって形成されている。そして、これらを積層してコンデンサ本体が形成されており、引出部11a、11bはそれぞれの端部で端子電極（図示せず）に接続されている。このような構成とすることにより、電気的特性等を変えずに内部電極材料の使用を減らすことが可能になってコストを抑えることができるものである。

【0014】しかしながら、このセラミックコンデンサ8は、上記構成によって内部電極材料の使用量を減らすことのみを目的としたものであって、コンデンサ本体の端面において上記引出部11a、11bの電極膜が途切れて孔を生じること、そしてそのためにコンデンサの耐熱衝撃性が低下することについては全く考慮されていなかった。従って、通常の積層型磁器コンデンサと同様に、耐熱衝撃性が低下してしまうという問題点があった。

【0015】本発明は、上記事情に鑑みて本発明者等がさらに研究を進めた結果完成されたもので、その目的は、コンデンサ本体の端面において内部電極に電極膜の途切れによる孔を生じさせず、それにより耐熱衝撃性を向上させた積層型磁器コンデンサを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の積層型磁器コンデンサは、誘電体磁器層と内部電極とを交互に積層して焼結されたコンデンサ本体と、そのコンデンサ本体の対向する主面上に形成され、前記内部電極に接続される一対の端子電極とからなる積層型磁器コンデンサにおいて、前記内部電極が、幅0.19～0.45mmの接続線で上記端子電極に接続されていることを特徴とするものである。

【0017】

【作用】本発明の積層型磁器コンデンサは、内部電極と端子電極との接続を、幅が0.19～0.45mmの、内部電極よりも幅の狭い接続線でもって行なうようにしたので、コンデンサの電気的特性を決める内部電極の有効面積は何ら変える必要がない。従って、電気的特性を悪化させることはなく、大容量のコンデンサとすることができる。

【0018】そして、本発明者らの研究結果に基づいて接続線の幅を0.19～0.45mmに設定したので、その接続線を導電膜パターン印刷によって形成する場合、膜の中央部の厚みが最も厚くなるため、焼成後に電極膜が途切れてその端面に孔を生じることがなくなる。従って、端子電極形成後のメッキ処理においてメッキ浴の液体が端子電極膜を通過して、端面の孔からコンデンサ本体の内部に浸入してコンデンサの耐熱衝撃性を低下させてしまうという問題点がなくなり、耐熱衝撃性を向上させた積層型磁器コンデンサを提供することができる。

【0019】また、本発明の積層型磁器コンデンサは、グリーンシートに印刷する内部電極のパターンを、その一部を延設して接続線を形成するように変更するだけで作製することができるので、製造上および経済的にも優れたものである。

【0020】さらに、内部電極の有効電極部分には何ら制約を与えることがないので、種々の静電容量や電気的特性にも適切な設計により容易に対応でき、多様な特性の積層型磁器コンデンサを提供することができる。

【0021】なお、通常、積層型磁器コンデンサの製造において内部電極となる導電膜パターンは、1つの印刷パターンが、隣合う2つのコンデンサの内部電極パターンに対応するようにひと続きのパターンとして印刷され、積層・圧着後に、そのパターンの中央部にコンデンサ本体の端面がくるように切断される。従って、従来の $0.45\text{mm} < W$ の様な幅の導電膜パターンでは、その切断部が最も薄い部分となり、これによっても内部電極の端面に焼成後の孔を生じやすくなる。これに対して、本発明の内部電極によれば、隣合う2つのコンデンサの内部電極パターンがひと続きに印刷される場合、幅の狭い接続線の中央部で切断されることになるため、コンデンサ本体の端面における内部電極が厚くなるので、端面における焼成後の孔を生じることはない。

【0022】

【実施例】以下、本発明の積層型磁器コンデンサを実施例に基づいて詳述する。図1(a)～(c)は本発明の積層型磁器コンデンサにおける内部電極パターンの例を示す平面図である。

【0023】図1(a)は、誘電体磁器層12上に形成された内部電極13の端部に、0.19～0.45mm幅の接続線14を1つ形成した例を示している。このように誘電体磁器層12上に接続線14を設けた内部電極13を形成するには、前述のように、焼成後に誘電体磁器層12となるセラミックグリーンシートの上に、同じく焼成後に内部電極13および接続線14となる同形状の導電膜パターンを印刷し、焼成することによって得られる。このような導電膜パターンが印刷されたグリーンシートを、接続線14が対向する主面である端面に交互に配置されるように積層し、熱プレスで圧着した後、焼結することにより、両端面に外部電極と接続する接続線14が引き出されたコンデンサ本体が得られる。

【0024】なお、この導電膜パターンの印刷においては、前述のように、2つの隣合うコンデンサに対応した導電膜パターンを、接続線14を間にして内部電極13が配置されたパターンとして、積層・圧着後に接続線14の中央部で切断するようにしてもよい。

【0025】また、図1(b)は誘電体磁器層12上に形成された内部電極13の端部に接続線14を2つ形成した例を示しており、同図(c)は接続線14を3つ形成した例を示している。

【0026】このように、接続線14は必要とする電気的特性、例えば等価直列抵抗などに応じて複数形成してもよく、それらの配置も、内部電極13の辺に対して対称であっても非対称であってもよい。また、それぞれの接続線14の幅を、0.19~0.45mmの範囲で異なるように形成してもよい。なお、接続線14を複数形成する場合、それらの間は0.15mm以上の間隔をとることが、印刷に用いるスクリーン印刷製版の耐久性の点から好ましい。

【0027】なお、内部電極13の有効電極部分の面積は、所望のコンデンサ特性に応じて適宜設定すればよい。望ましくは、幅の狭い接続線14が、印刷ずれによって上下の層の幅の広い内部電極13に対向して、層間の有効面積のバラツキを生じることがないように設定する。

【0028】接続線14の幅は、前述したように、本発明者らの研究結果に基づけば、0.19~0.45mmの範囲に設定する。この幅が0.19mm未満の場合は、印刷時の導電膜の膜厚が均一性をなくし、一様な電極膜が得られなくなる傾向がある。他方、0.45mmを越える場合は、印刷時の導電膜の膜厚が中央部で薄くなり、焼成後の端面の電極膜が途切れた状態になって孔が生じるようになる傾向がある。また、接続線14の長さは、切断の位置精度および印刷の繰り返し位置精度、ならびにコンデンサ本体端部のマージンの設定に応じて決めるとよいが、通常は0.5~0.9mmの範囲とすることが好ましい。

【0029】さらに、接続線14における印刷時の導電膜パターンの厚みは、端面での膜の途切れを完全になくすために、その中央部において2.2~3.0μmの範囲とすることが好ましい。

【0030】内部電極13および接続線14を形成する電極材料としては、例えばAg、Pd、Pt、Ni、Cu、Pbおよびそれらの合金が挙げられる。中でも、AgとPdとの合金を用いると、大気中で焼成できる安価な材料であるという点で好ましい。

【0031】内部電極13および接続線14の形成に当たっては、このような電極材料の粉末をバインダーと混合粉砕してペースト状にした導電性ペーストを用いる。この導電性ペーストをスクリーン印刷法などによってセラミックグリーンシート上に導電膜パターンとして印刷して、積層・圧着・切断・焼成することにより、所望の内部電極13および接続線14を形成する。

【0032】本発明の積層型磁器コンデンサを構成する誘電体磁器層12には、種々の誘電体材料を用いることができ、例えばBaTiO₃、LaTiO₃、CaTiO₃、NdTiO₃、MgTiO₃、SrTiO₃、CaZrO₃、SrSnO₃、BaTiO₃にNb₂O₅、Ta₂O₅、ZnO、CoO等を添加した組成物、BaTiO₃の構成原子であるBaをCaで、TiをZrやSnで部分的に置換した固溶体等のチタン酸バリウム系材料や、Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃、Pb(Fe, Nd, Nb)O₃系ペロブスカイト型構造化合物、Pb

(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃等の2成分系組成物、Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃-Pb(Mg_{1/2}W_{1/2})O₃、Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃、Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-Pb(Sm_{1/2}Nb_{1/2})O₃等の3成分系組成物、あるいはそれらにMnO、MnO₂、CuO、BaTiO₃等を添加したもの等の鉛系リラクサー材料などが挙げられる。中でも、少なくともPbO、Nb₂O₅、MgOおよびZnOからなる組成物を用いると、低温焼成が可能で比誘電率が高いといった点で好ましい。そして、これらの誘電体粉末をバインダーと十分に混合したスリップから、セラミックグリーンシートに成形したものを使用する。

【0033】以下に、本発明の積層型磁器コンデンサの具体例を示す。Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃が61.5モル%、Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃が37.5モル%、およびPb(Sm_{1/2}Nb_{1/2})O₃が1.0モル%の組成比からなる主成分に、MgOを0.15重量%、およびCuOを0.2重量%添加して混合した粉末を、870℃で仮焼して微粉砕した後、ドクターブレード法によって厚さ17μmのセラミックグリーンシートを作製した。次いで、このグリーンシート上に、図2(a)に示した従来の形状の内部電極としての導電膜パターン2a、ならびに図1(a)ならびに(c)に示した形状の内部電極13および接続線14となる導電膜パターンを、Ag70%-Pd30%の導電性ペーストを用いて、スクリーン印刷法でそれぞれ印刷した。

【0034】なお、印刷に当たっては、前述したように、本発明のパターンであれば隣合う2つのパターンを接続線14を間にしてひと続きのパターンとして印刷し、積層・圧着後にその接続線14の中央部で切断するようにした。

【0035】ここで、従来の形状および図1(a)、(c)に示した形状の内部電極の幅は2.61mmとし、図1(a)に示した接続線14の幅は0.45mmと0.19mmの2種類に、図1(c)に示した接続線14の幅は各々0.31mmになるように設定した。なお、いずれも、単位面積当たりの印刷重量が、有効数字2桁が同じになるようにした。

【0036】これらをそれぞれ124層積層して熱プレスで圧着した後、個々の素子に切断し、脱脂後に1000℃で焼成して、それぞれのコンデンサ本体を得た。そして、各コンデンサ本体に面取り加工を施して、内部電極4aもしくは接続線14が引き出された端面に、Agペーストを塗布・焼成して端子電極を形成し、さらに、NiおよびSn/Pbハンダの電気メッキ処理を施して、それぞれの形状の内部電極を有する積層型磁器コンデンサ試料として、従来の形状の試料A、および図1(a)の形状で接続線の幅が0.45mmの試料B、同じく接続線の幅が

0.19mmの試料C、図1(c)の形状の試料Dを作製した。

【0037】また、それぞれのコンデンサ試料について耐熱衝撃性を評価するための試料として、コンデンサ本体に端子電極を形成せずにNiおよびSn/Pbハンダの電気メッキ処理を施したものも作製した。

【0038】各試料についての電気的特性の測定は、以下のように行なった。まず、基準温度25℃で周波数1kHz、測定電圧1.0Vrmsの信号を入力し、デジタルLCRメータ(YHP製4274A)を用いて静電容量および誘電損失tanδを測定した。また、絶縁抵抗計を用いて直流電圧50Vを1分間印加した時の絶縁抵抗値を測定した。さらに、大気中で試料の端子電極間に直流電圧を*

*印加し、電流をモニターしながら電圧を徐々に高めていき、電極間がショート状態となった時の電圧を測定して、破壊電圧を求めた。

【0039】そして、耐熱衝撃性は、端子電極を形成した試料ならびに形成しなかった試料をそれぞれ305℃の溶融Sn/Pbハンダ中に浸漬して、それによるクラックの発生頻度を調べて評価した。

【0040】以上の測定結果を表1にまとめた。なお、表1には、端面における内部電極もしくは接続線の、印刷時の導電膜の中央部の厚みを測定した結果も併記した。

【0041】

【表1】

試料		A	B	C	D
接続線の幅 (mm)		2.81	0.45	0.19	0.31×3
電気的特性	静電容量 (μF)	8.35	8.32	8.19	8.36
	誘電損失 (%)	2.07	2.26	2.22	2.19
	絶縁抵抗 (GΩ)	3.08	3.06	3.01	3.10
	破壊電圧 (V)	362	356	384	378
耐熱衝撃性	端子電極(Ag膜)なし (クラック発生数/検査数)	$\frac{12}{25}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{25}$
	端子電極(Ag膜)あり (クラック発生数/検査数)	$\frac{3}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$
導電膜中央部の厚み (μm)		1.8	2.8	2.7	2.8

【0042】表1の結果より、従来の形状の内部電極を用いた試料Aでは、耐熱衝撃性試験において、端子電極ありと端子電極なしの両方で、特に、端子電極なしで多数のクラックの発生が認められ、耐熱衝撃性が良くないことが分かる。これは、印刷時の導電膜中央部の厚みが1.8μmで両端よりも薄く、そのために電極膜が途切れた状態となって孔が生じたためであると分かった。

【0043】これに対して、本発明の積層型磁器コンデンサである試料B、CおよびDでは、耐熱衝撃性試験におけるクラックの発生がなく、耐熱衝撃性が向上したことが分かる。これは、印刷時の接続線の導電膜中央部の厚みが2.7~2.8μmと厚く、しかも中央部で最も厚くなっていたために、電極膜が途切れず、端面に孔が生じなかったためであることが分かった。また、いずれの試料も静電容量・誘電損失・絶縁抵抗・破壊電圧は試料Aとほぼ同等であり、良好な電気的特性を有していた。

【0044】これにより、本発明の積層型磁器コンデンサは、良好な電気的特性を有するとともに、優れた耐熱衝撃性も有していることが確認できた。

【0045】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の積層型磁

器コンデンサによれば、内部電極と端子電極とを、幅が0.19~0.45mmの接続線で接続する構成としたので、端面の電極膜に途切れや孔を生じることがなくなり、それにより、耐熱衝撃性を向上させた積層型磁器コンデンサを提供することができた。

【0046】また、本発明の積層型磁器コンデンサによれば、内部電極の有効面積は何ら変える必要がないので、コンデンサの電気的特性を悪化させることはなく、所望の特性を得るための設計の自由度も大きいため、大容量のコンデンサにも容易に適用できる。従って、大容量でかつ耐熱衝撃性に優れた積層型磁器コンデンサを提供することができる。

【0047】さらに、本発明の積層型磁器コンデンサによれば、その作製に当たっては、内部電極のパターンの一部を接続線を形成するように変更するだけでよく、従来の積層セラミックコンデンサと比べて特別な工程を必要としないため、耐熱衝撃性に優れた積層型磁器コンデンサを低コストで製造することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)~(c)は、本発明の積層型磁器コンデンサにおける内部電極パターンの例を示す平面図であ

る。

【図2】(a)および(b)は、それぞれ従来の積層型磁器コンデンサにおける内部電極の例を示す平面図であり、(c)はコンデンサ本体の断面図であり、(d)はコンデンサ本体の端面を示す側面図である。

【図3】従来の積層型磁器コンデンサにおける内部電極の端面の様子を示すコンデンサ本体の側面図である。

【図4】(a)および(b)は、セラミックグリーンシート上にスクリーン印刷によって形成した導電膜パターンのA-A線断面図である。

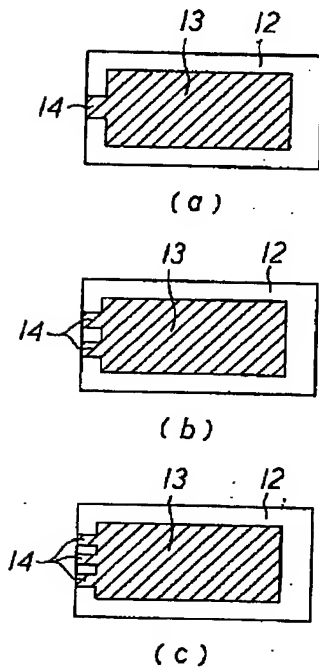
【図5】従来の他の積層型磁器コンデンサの構成例を示

す分解斜視図である。

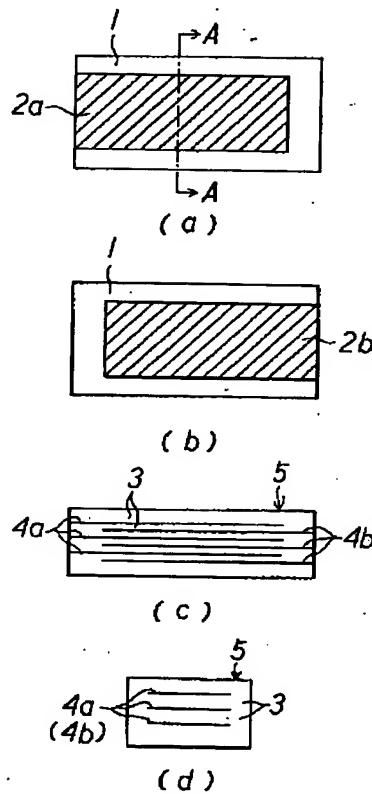
【符号の説明】

- 1 セラミックグリーンシート
- 2 a、2 b 導電膜パターン
- 3、9、12 誘電体磁器層
- 4 a、4 b、10 a、10 b、13 内部電極
- 5 コンデンサ本体
- 6 電極膜
- 7 孔
- 14 接続線

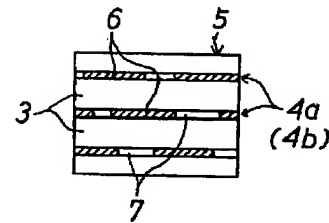
【図1】



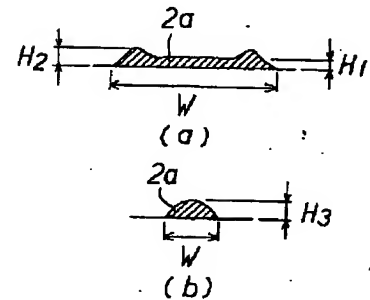
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

